

Análise do Impacto sobre o Bioma Cerrado na Área do Interflúvio entre as Bacias dos Rios Paracatu e Paranaíba

João Álvaro Carneiro¹, Paulo Pereira Martins Junior², Leandro Cosme de Oliveira³, Vitor Vieira Vasconcelos⁴

RESUMO

Apresenta-se análise das transformações ocorridas no uso do solo, com ênfase na cobertura vegetal nos períodos de 1964, 1989 e 2005, na área de interflúvio entre as Bacias dos Rios Paracatu e Paranaíba (Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal). São apresentados os resultados do mapeamento por classes de cobertura vegetal, incluindo as alterações antrópicas nos períodos mencionados. Foram estabelecidas classes de declividade com as respectivas áreas e percentuais para cada tipologia de vegetação nativa e uso antrópico, no sentido de se analisar a ocupação dos espaços pelos diferentes usos em relação à topografia do terreno. Os resultados apontam para uma alteração antrópica significativa, com intensa fragmentação da vegetação nativa.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Vegetação, Bacia do Paracatu, Bacia do Paranaíba, Uso do Solo.

Analysis of the Impact on the Cerrado in the interfluves area between Watersheds of Paracatu and Paranaíba Rivers

ABSTRACT

The interfluve area between Paracatu and Paranaíba Rivers Basins (at Minas Gerais and Goiás states, and also Federal District, Brazil) had their vegetation cover mapped and compared for the years of 1964, 1989 and 2005. The products of this evaluation are presented, including also the land use spread along the years. The SIG database was classified on slope patterns, in order to analyze the vegetation and the occupation in respect to topography. The results indicate that there has been a vast occupation spread, with intense fragmentation of the ecosystems.

Keywords: Remote Sensing, Vegetation, Paracatu Basin, Paranaíba Basin, Land Cover.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação da área de estudo

A área de estudo se estende, predominantemente, na direção norte-nordeste / sul-sudeste sobre parte do divisor de águas entre a bacia hidrográfica do rio Paracatu, integrante da bacia hidrográfica do rio São Francisco, e a bacia hidrográfica do rio Paranaíba, que integra a bacia hidrográfica do rio Paraná. Tanto a bacia do Paracatu quanto a bacia do Paranaíba são sub-bacias que se localizam no alto vale das

bacias hidrográficas nacionais nas quais se inserem.

A linha de cumeada do divisor de água atua como eixo central da área, limitada a norte pela latitude 15° 33' 10,48" Sul e a sul 18° 26' 28,9" Sul. Os limites longitudinais correspondem à distância de 15 km para leste e 15 km para oeste da linha de cumeada (Fig. 1). CETEC (1981), RURALMINAS (1996) e Martins Junior (2009) caracterizam essa área como prioritárias para a recarga dos aquíferos dessas bacias.

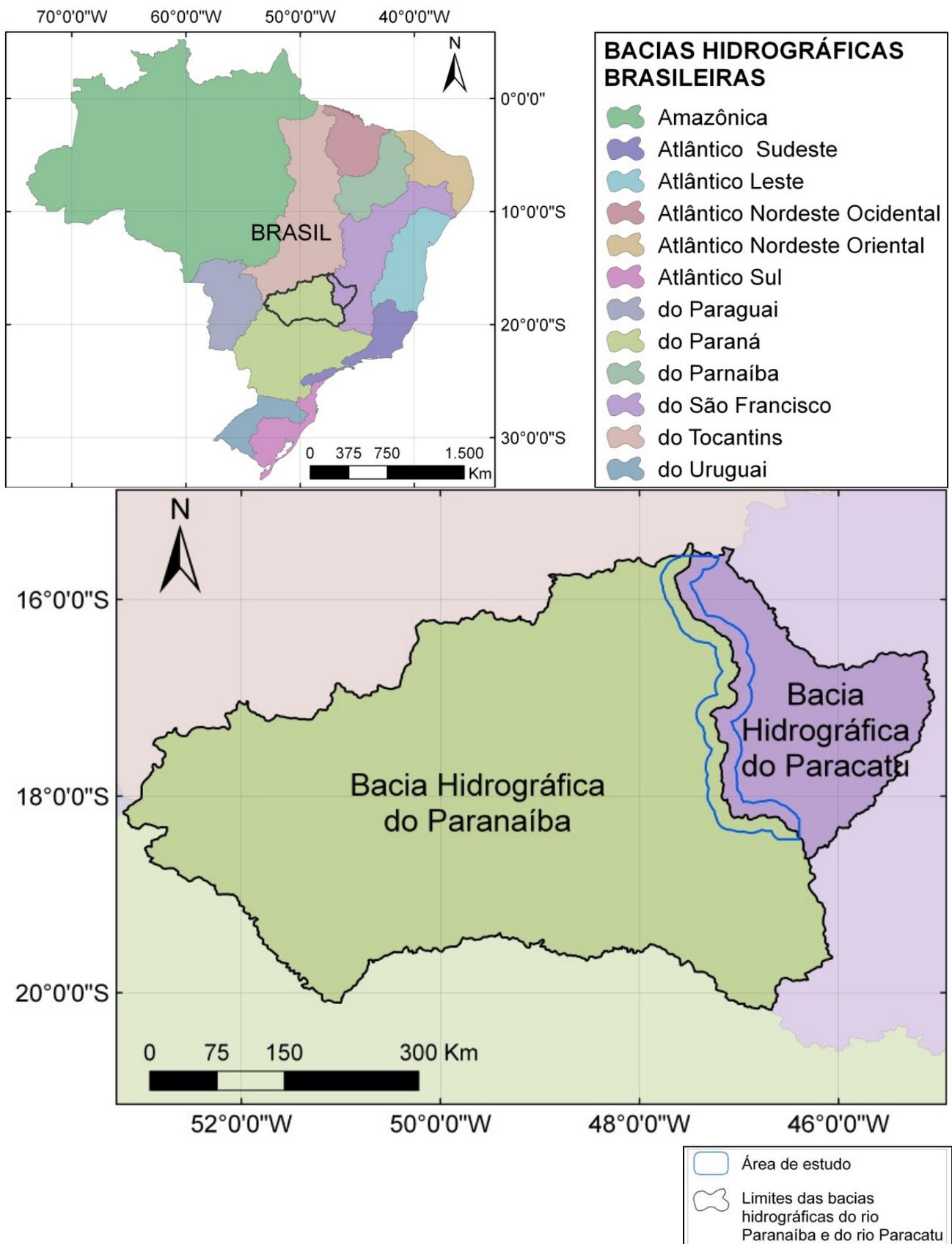


Figura 1 - Localização hidrográfica da área de estudo

Na Fig. 2, observa-se que a área em questão se localiza no centro do território brasileiro, ocupando parte do Estado de Goiás e do Distrito Federal, na região Centro-Oeste e, principalmente, Minas Gerais, na região Sudeste. Possui aproximadamente 1.400.000

hectares, dos quais quase 70% no Estado de Minas Gerais. Na responsabilidade pela gestão territorial direta estão o Distrito Federal e 13 municípios, sendo 4 do Estado de Goiás e 9 do Estado de Minas Gerais.

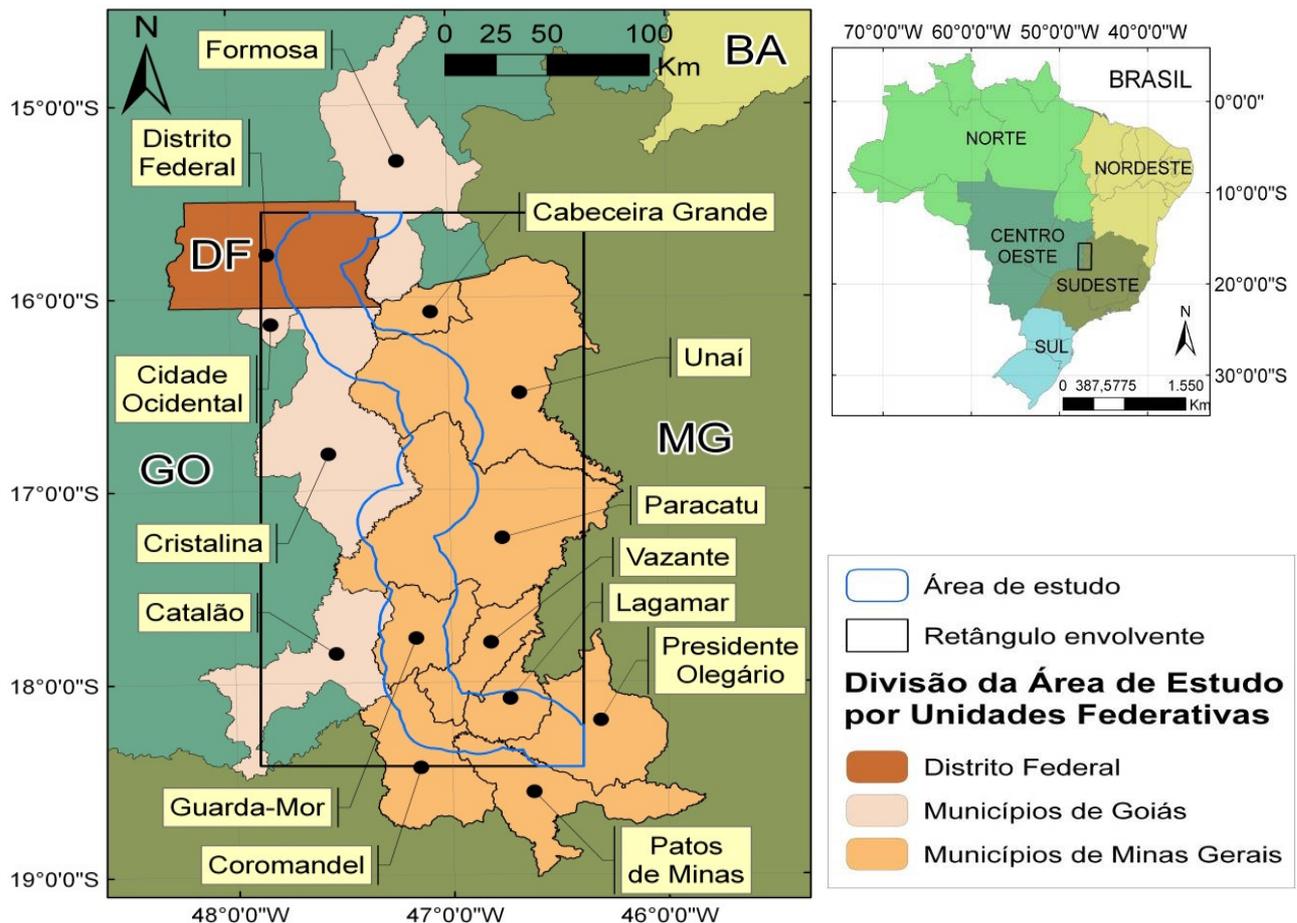


Figura 2 - Divisão da área de estudo por unidade federativa.

1.2. Histórico de ocupação da região

A região encontra-se integralmente sobre o Bioma Cerrado. Os tipos de vegetação existente são: veredas, cerradão, campo cerrado, parque de cerrado. Também estão presentes na sub-bacia, ecossistemas de mata fluvial ciliar e

mata seca (CETEC, 1989), bem como sistemas hidromórficos como lagoas marginais e campos hidromórficos (RURALMINAS, 1996).

Até 1975, como evidenciado por análise de imagens de satélite Landsat 1 (VASCONCELOS, 2010), predominava na maior parte do Paracatu, uma região ainda

conhecida como Sertões, ou seja, vastas áreas utilizadas para pecuária extensiva de baixa tecnologia, em pastagens naturais (CETEC, 1981).

Os processos de conversão de uso do solo na região foram iniciados pelo reflorestamento de *Pinus* e *Eucalyptus*, respaldado pela Lei Federal nº 5.106, de 1966, que concedia incentivos fiscais a essas atividades (GONÇALVES, 2006; VASCONCELOS, 2009). O relativamente irrisório preço das terras foi um dos motivos determinantes na ocupação dos cerrados (SILVA, 2000). Com os programas e incentivos de ocupação do Noroeste de Minas Gerais, a partir da década de 1970, houve uma aceleração brusca da expansão agropecuária na região.

As condições planas do relevo permitiram o uso de mecanização agrícola, modificando-se rapidamente a paisagem através da retirada expressiva da cobertura vegetal natural (SILVA, 2000). Apesar de a ocupação maciça ter se passado nas décadas de 1970 e de 1980, ainda hoje existe um movimento de expansão da área cultivada e intensificação do uso de recursos naturais, buscando atingir níveis de produção mais elevados (VASCONCELOS, 2009).

Em um primeiro momento, predominou a agricultura de sequeiro, nos vales de maior aptidão agrícola (ANDRADE, 2007), enquanto a associação pecuária/ carvoejamento avançava por frente ao Cerrado, rumo às cabeceiras das

bacias hidrográficas. A partir da década de 1980, a Companhia de Produção Agrícola (Campo) empregou a estratégia de arregimentar agricultores de outras regiões do país (especialmente a Região Sul), fornecendo assistência técnica e trabalhando com cooperativismo rural, tornando possível o estabelecimento de projetos agrícolas de irrigação mais modernos (MOREIRA, 2006).

Na década 1990, as margens de lucro para o agronegócio tornaram-se cada vez mais estreitas, não sendo difícil observar o resultado desse cenário econômico sobre a viabilidade da agricultura de sequeiro tradicional. Como resultado, observou-se na região o abandono de extensas áreas de agricultura de sequeiro (ANDRADE, 2007). Torna-se um cenário de ocupação do solo contrastante, em que a agricultura irrigada procura avançar sobre as áreas aptas, em busca de ganhos de escala, ganhando espaço sobre as outras formas tradicionais de ocupação do solo, que se tornaram praticamente inviáveis. Nas áreas onde não se consegue instalar a agricultura irrigada, observa-se o impasse quanto qual deve ser o seu uso adequado – e na falta de outra atividade, retorna-se algumas vezes ao uso para pecuária (ANDRADE, 2007).

A partir do ano de 2001, o cenário econômico nacional e internacional tornou-se ainda mais favorável à expansão da frente agrícola irrigada. A securitização e renegociação de dívidas agrárias também

contribuíram para esse novo pulso de desenvolvimento (ANDRADE, 2007).

Martins Junior (2006), Andrade (2007), Vasconcelos (2009), Vasconcelos (2010) e Alvarenga (2010) conduziram estudos detalhados sobre os impactos ambientais ocasionados pela expansão das atividades agropecuárias na região. Os principais vetores de impacto identificados foram o desmatamento extensivo das áreas de cerrado, levando à sua consequente fragmentação; bem como o uso intensivo de água para irrigação. Outros impactos relevantes, em áreas determinadas, foram a erosão laminar e a intervenção de drenagem e/ou barramentos em veredas e lagoas marginais.

Com a expansão dessa frente agrícola irrigada, a utilização dos recursos hídricos em determinadas áreas chegou a um nível crítico, especialmente nas sub-bacias de Entre-Ribeiros e Rio Preto, na Bacia do Rio Paracatu (RURALMINAS, 1996; DINO, 2001). Em períodos de maior estiagem, chegou-se inclusive a conflitos entre os agricultores pelos recursos hídricos escassos (PRUSKI *et al.*, 2007). Nessas ocasiões em que não há recurso hídrico o suficiente para atender à demanda, quando os agricultores disputam a água entre si, pode-se perceber um custo produtivo maior, ocasionado pela escassez de recursos hídricos. Afinal, por não haver água para todos produzirem, alguns terão que deixar de utilizar do privilégio produtivo da irrigação, ao menos na escala em

que precisariam. Sem contar os prejuízos ambientais drásticos causados pela redução da vazão dos rios, muito abaixo da vazão ecológica necessária para a manutenção dos ecossistemas aquáticos e terrestres associados. Como atestado pela Agência Nacional de Águas (2003), no ano de 2003, houve notícia de períodos em que o leito do Ribeirão Entre-Ribeiros secou. Relatos da população do Município de Paracatu colhidos em Martins Junior (2006) também confirmam essa informação.

Vasconcelos (2010) sintetiza os seguintes processos e tendências para a região, entre os períodos de 1975 a 2008:

Ecosistemas Nativos:

- Desmatamento generalizado e fragmentação da vegetação de cerrado.
- Regeneração de florestas em terrenos de ravinas relativos a pastagens abandonadas, especialmente em áreas declivosas, por se mostrarem inadequadas para essa atividade econômica (LATUF, 2007).
- Relativa conservação de algumas áreas de preservação permanente de matas ciliares e terrenos de inclinação elevada, além de algumas áreas de reserva legal.

Agropecuária de baixa e média tecnologia.

- Avanço das áreas de cultivo de sequeiro sobre as áreas de cerrado, no período dentre 1985 a 2000 (LATUF, 2007).
- Abandono recente das áreas de cultivo de sequeiro com baixo potencial de conversão para áreas irrigadas (ANDRADE, 2007).

Assentamentos de Reforma Agrária (a partir da década de 1990).

- Mosaico heterogêneo de paisagem nas áreas loteadas, com grande variação temporal de uso, devido à constante troca e venda de lotes.
- Soltio generalizado de gado nas Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente relativas a cerrados degradados em diferentes estágios de regeneração (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA/FUNARBE, 2004; 2005a; 2005b; 2005c; 2006).
- Ciclos de desmate vinculados a autorizações de desmate e financiamento rural autorizados pelo INCRA.

Agricultura Irrigada de Alta Tecnologia.

- Expansão das áreas de pivôs centrais, historicamente a ciclos de financiamento rural e a renegociações de dívidas.
- Aumento na quantidade de barragens de pequeno porte para irrigação (LATUF, 2007), inclusive em áreas de veredas e lagoas marginais (ANDRADE, 2007).
- Os únicos remanescentes preservados, em meio à área de maior predominância de projetos de irrigação, correspondiam às delimitações de reservas legais. Em muitos casos nem mesmo foram respeitadas as áreas de proteção permanente das margens dos cursos d'água (ASSAD *et al.*, 1991; 1992).

Áreas Alagadas.

- Diminuição das áreas alagadas, pela drenagem para agricultura tradicional e irrigada, especialmente nas áreas de baixada da bacia.

1.3. Objetivos

Tendo em consideração a importância dessa área para a recarga de aquíferos das bacias em estudo, considerando-se os impactos ambientais do avanço da agricultura irrigada sobre os recursos hídricos e sobre a continuidade floral nativa, este estudo tem como objetivos principais:

- Elaborar o mapeamento das formações vegetais e o uso antrópico presentes na área de estudo e calcular suas áreas correspondentes.
- Efetuar o monitoramento dos dados mencionados anteriormente, nos períodos de 1964, 1989 e 2005.
- Efetuar as análises e comparações referentes ao monitoramento nos períodos relacionados, levando-se em consideração as classes de relevo estabelecidas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Tipologia de cobertura vegetal

O presente estudo trabalha com 5 classes de cobertura vegetal nativa, 2 classes de cobertura vegetal plantada (aqui consideradas áreas antropizadas), uma classe denominada Corpos d'água, considerada para efeito de análise como cobertura vegetal nativa e a classe Outros, incluindo demais espaços antropizados.

Na Tabela 1 são apresentadas as nomenclaturas das formações vegetais utilizadas pelo CETEC em 1989, pelo IEF-MG – Instituto

Estadual de Florestas e UFLA – Universidade Federal de Lavras, em 2005 e a versão adaptada pelo CETEC no presente trabalho. Na conceituação das classes de vegetação foram utilizados alguns aspectos fisionômico-estruturais e de distribuição geográfica, sendo agrupados conceitos tanto do CETEC como do IEF (IEF/UFLA, 2006; CETEC, 1989).

Tabela 1 - Compatibilização de nomenclaturas para monitoramento da vegetação na parcela mineira da área de estudo - 1964, 1989 e 2005.

Nomenclatura CETEC, 1989	Nomenclatura IEF, 2005	Nomenclatura adaptada ao Monitoramento	
Campo	Campo	Campo	Cobertura Nativa
Campo Cerrado	Campo Cerrado	Campo Cerrado	
Cerrado	Cerrado	Cerrado	
Cerrado em Regeneração	Cerrado		
Não foi mapeada	Vereda		
Mata Seca (Caatinga Arbórea)	Floresta Estacional Decidual	Floresta Estacional Decidual	
Capoeirão	Floresta Estacional Semidecidual	Floresta Estacional Semidecidual	
Capoeira	Floresta Estacional Semidecidual		
Corpos d'água	Áreas úmidas	Corpos d'água	
Floresta Plantada de Eucaliptus	Eucalipto	Eucalipto	Espaço Antropizado
Floresta Plantada de Pinus	Pinus	Pinus	
Área cultivada, pastagem e área urbana.	Outros (área cultivada, pastagem, solo exposto, área urbana)	Outros	

A nomenclatura utilizada pelo IEF no projeto: *Mapeamento e Inventário da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais*, em Convênio com a UFLA, publicado em 2006, referente ao ano anterior, foi adotada neste monitoramento. Para a realização da comparação histórica dos períodos de 1964, 1989 e 2005 foi proposta uma compatibilização da nomenclatura adotada pelo CETEC em 1989 em face da nomenclatura utilizada pelo IEF em 2005.

A nomenclatura do IEF também recebeu uma alteração, na qual a classe Vereda foi incluída como pertencente à classe Cerrado. Isto se deu no sentido de compatibilizar com o mapeamento do CETEC. Esta classe não foi mapeada pelo CETEC no ano de 1989, sendo incluída na tipologia Cerrado por ocorrer de forma predominante nesta.

2.2. Métodos de Monitoramento da Cobertura Vegetal

O monitoramento da cobertura vegetal consistiu no mapeamento e na comparação da distribuição espacial das classes de cobertura vegetal na área de estudo em diferentes datas. Foi feita uma comparação histórica para a parcela mineira da área entre os períodos de 1964, 1989 e 2005.

Serviu-se de um Sistema de Informação Geográfica para o geoprocessamento dos dados de cobertura nativa dos períodos em questão, destacando-se os procedimentos de vetorização, cálculo de áreas e mapeamento da cobertura vegetal nativa. A metodologia de comparação espaço-temporal tabular e cartográfica baseou-se em Vasconcelos (2010). O *software* utilizado foi o ArcGis 9.2.

Na obtenção dos dados da cobertura vegetal do período de 1989 foram digitalizados mapas elaborados pelo CETEC na escala 1:100.000 pertencentes ao projeto: *Mapeamento e Inventário da Cobertura Vegetal Nativa e de Florestas Plantadas no Estado de Minas Gerais*, datado de 1988.

O mapeamento do CETEC apresenta classes de cobertura vegetal que consistem em associações das demais classes, com a predominância de 60 % ou 80 % de cobertura nativa, ou 60 % de predominância das atividades antrópicas. Para o cálculo geral de áreas que cada tipologia ocupa no espaço, consideraram-se as percentagens indicadas nas

classes de associações. Porém, no mapa elaborado a partir dos dados do CETEC, essas associações foram generalizadas em classe com predominância de cobertura vegetal e classe com predominância de atividades antrópicas.

Os dados referentes ao período de 2005 foram produzidos e tratados pelo IEF na escala 1:60.000, para todo o Estado de Minas Gerais. Procedeu-se com a identificação, seleção e coleta dos dados vetoriais e das imagens de satélites referentes à cobertura nativa contida especificamente na área de trabalho. Os vetores foram agrupados conforme o tipo de cobertura nativa.

O mapeamento da cobertura vegetal de 1964 foi elaborado através da interpretação de ortofotos da área em questão, datadas de 1964, cedidas pelo IGA/MG - Instituto de Geociências Aplicadas. As interpretações foram correlacionadas com os dados de 1989, produzidos pelo CETEC, de modo a ser assim sanado algum equívoco e preservada a escala 1:100.000.

Foi executado um novo mapeamento para a área no ano de 2005, feito através da interpretação das imagens de satélite LANDSAT 5, tendo por orientação os dados do CETEC em 1989 e do IEF em 2005. Esse procedimento foi motivado pela necessidade de adequação da escala dos dados de 2005 à escala 1:100.000. Os dados da cobertura vegetal da área mineira, obtidos da adaptação do mapeamento feito pelo IEF, foram unidos aos

dados também na escala 1:100.000 da cobertura vegetal goiana em 2006, obtidos na base de dados digitais do Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás – SIEG.

Foi empreendida a quantificação de cada tipologia vegetal em seis classes de declividade, a saber: plano – 0 a 3 % de inclinação do terreno, suave ondulado – 3 a 8 %, ondulado – 8 a 20 %, forte ondulado – 20 a 45 %, montanhoso – 45 % a 75 % e escarpado – maior de 75 %. Os resultados indicam a distribuição espacial das alterações de cobertura vegetal e uso do solo em função da topografia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Ano - 1964

Para o ano de 1964, a área conserva 84% da paisagem natural, que se caracteriza pelo bioma Cerrado subdividido em tipologias vegetais próprias.

Predominam, respectivamente, as tipologias savânicas Campo, Cerrado e Campo Cerrado. Não há a presença de florestas plantadas de Eucalipto ou Pinus.

A tipologia Campo possui maior valor, com aproximadamente 30 % do total da área de estudo, sendo seguida pelo Cerrado e pelo Campo Cerrado com valores bem próximos. As tipologias Decidual e Semidecidual apresentam percentuais de baixa expressão.

A Fig. 3 mostra a localização espacial da cobertura vegetal. Cabe destacar que a tipologia

Floresta Estacional Semidecidual se localiza no extremo norte da área objeto do trabalho, como enclave em meio a grandes porções contínuas de Cerrado e Campo Cerrado. A Floresta Estacional Decidual sofre pressão espacial, sendo circundada pela classe Outros, nas duas situações em que esta classe se apresenta na figura (nordeste e médio leste).

3.2. Ano - 1989

Em 1989, a paisagem predominante ainda é a natural (aproximadamente 67%). O espaço antropizado ocupa aproximadamente 32% da área e se divide entre as classes Outros (30,78%) e Pinus (1,62%). As tipologias vegetais savânicas Campo e Campo Cerrado se destacam em quantidade de área, com 28,34% e 28,36%, respectivamente. A formação florestal Cerrado ocupa 9,13% da área. As tipologias

Decidual e Semidecidual apresentam percentuais de baixa expressão e ainda assim inferiores aos existentes em 1964.

A Fig. 4 mostra a localização espacial da cobertura vegetal. Cabe destacar alguns aspectos: (A) a localização das áreas ocupadas pelo Cerrado sempre são contíguas à classe Outros e apresentam-se bastante fragmentadas; (B) nota-se também a predominância e expansão da classe Outros, distribuindo-se por toda a área pesquisada.

3.3. Ano - 2005

Em 2005, uma paisagem extremamente antropizada caracteriza a área em estudo. O mapeamento das áreas de Goiás e Distrito Federal mostraram padrão de ocupação semelhante ao da área mineira.

Na porção mineira, a classe Outros corresponde a 76,96 % do total. Há a ocorrência de florestas plantadas de Pinus e de Eucalipto, mesmo que em quantidades diminutas (0,26 e 0,14 %, respectivamente). As tipologias Decidual e Semidecidual apresentam percentuais de baixa expressão, contudo a tipologia Semidecidual apresentou valor superior ao verificado no ano de 1989, que foi de 1,11%.

A Fig. 5 mostra a localização espacial da cobertura vegetal e espaço antropizado, ocupando espaços nos Estados de Minas Gerais, Goiás e no Distrito Federal. Algumas situações devem ser destacadas: - a cobertura nativa ocupa aproximadamente 23% da área e, tanto as fisionomias savânicas quanto as florestais propriamente ditas estão espacialmente fragmentadas, o que aponta para a ocorrência de uma descontinuidade floral em todas as tipologias nativas; - a tipologia Cerrado ocupa apenas 1,33% da área, apesar de ser uma das tipologias típicas, e se situa em poucos locais; - as tipologias Campo e Campo Cerrado apresentam áreas bem mais expressivas que o Cerrado e predominam em maior número de

locais. É sensível, porém, a pressão espacial exercida pela classe Outros nessas tipologias.

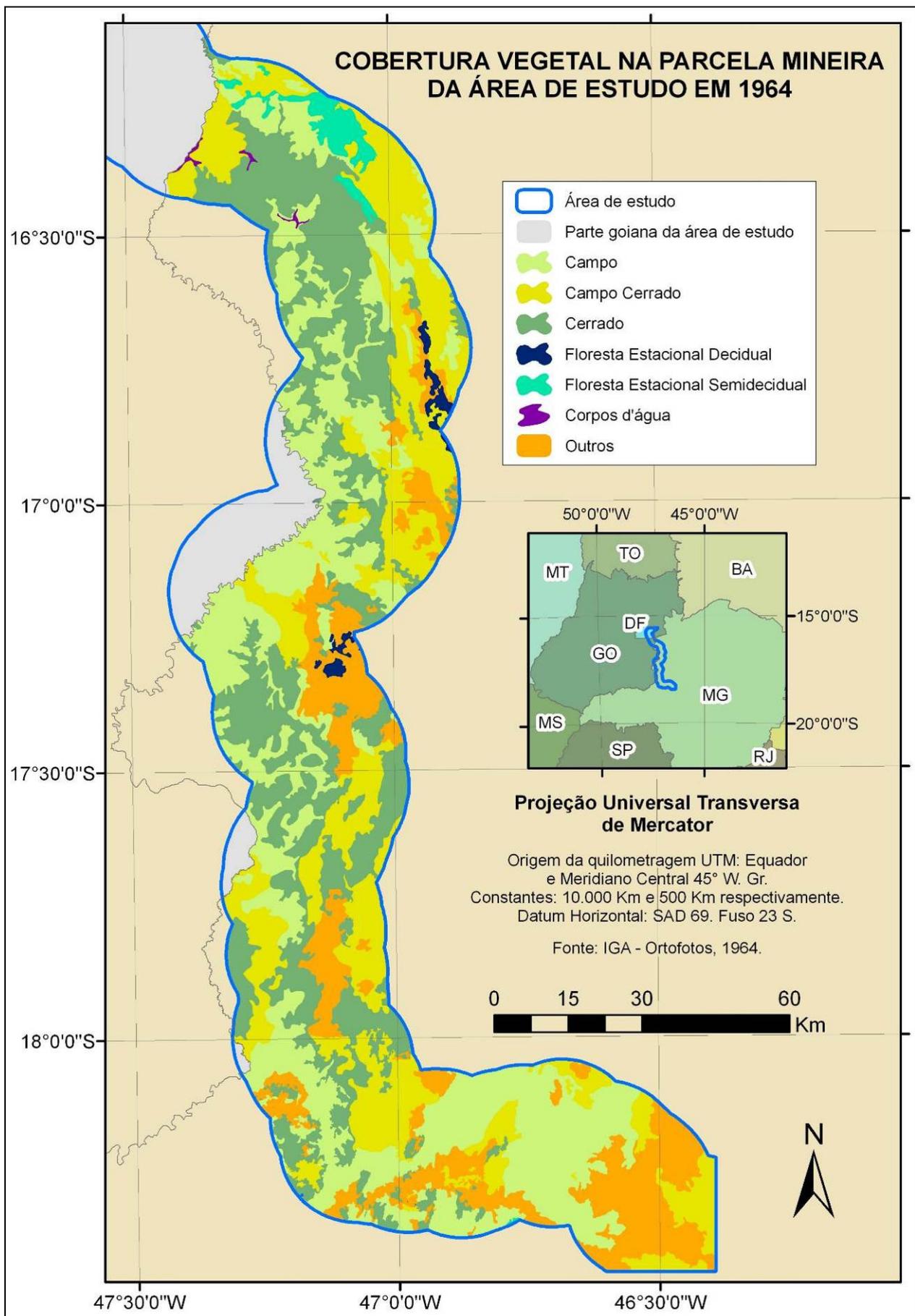


Figura 3 – Cobertura vegetal e espaço antropizado na parcela mineira da área de estudo em 1964.

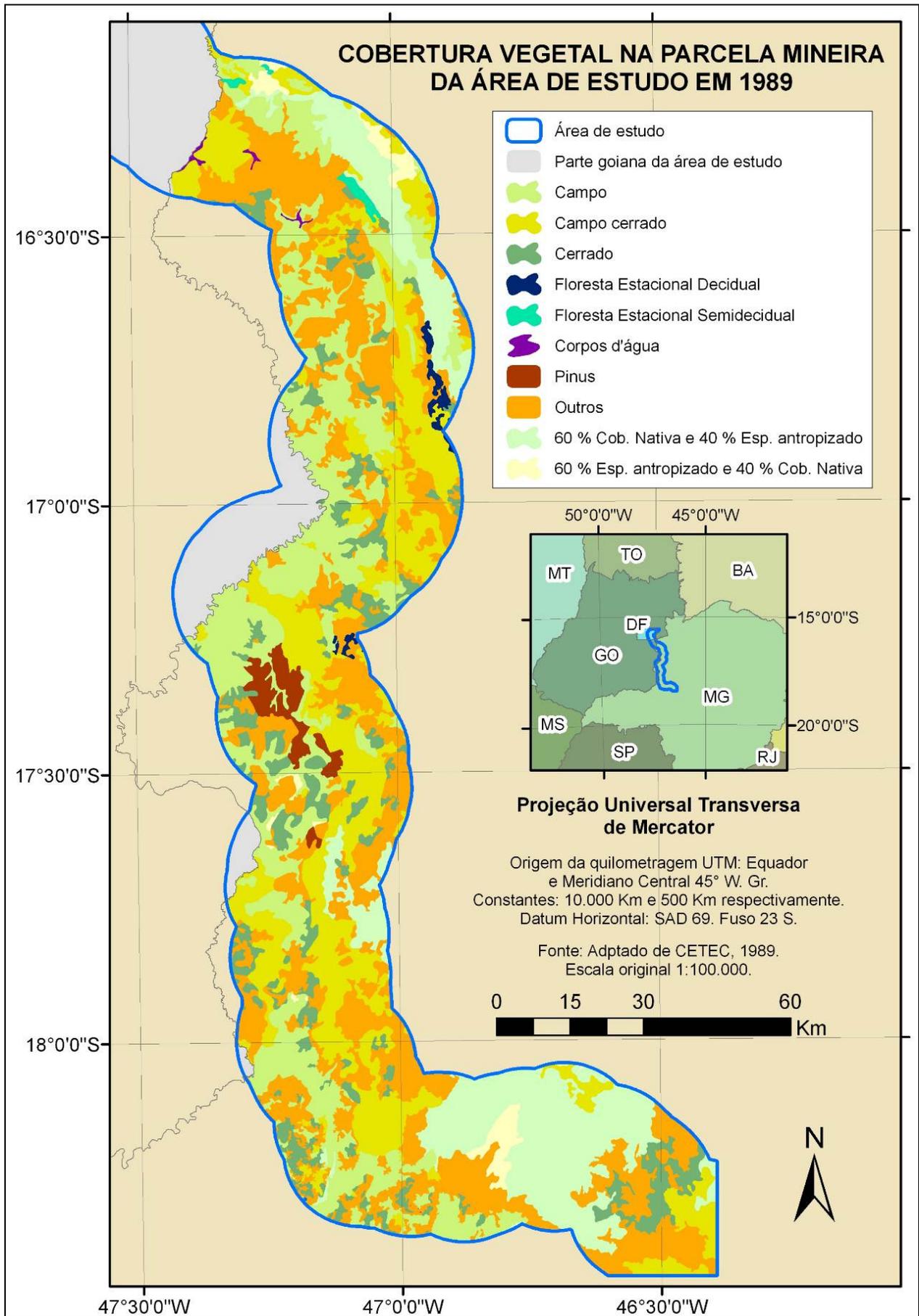


Figura 4 – Cobertura vegetal e espaço antropizado na parcela mineira da área de estudo em 1989.

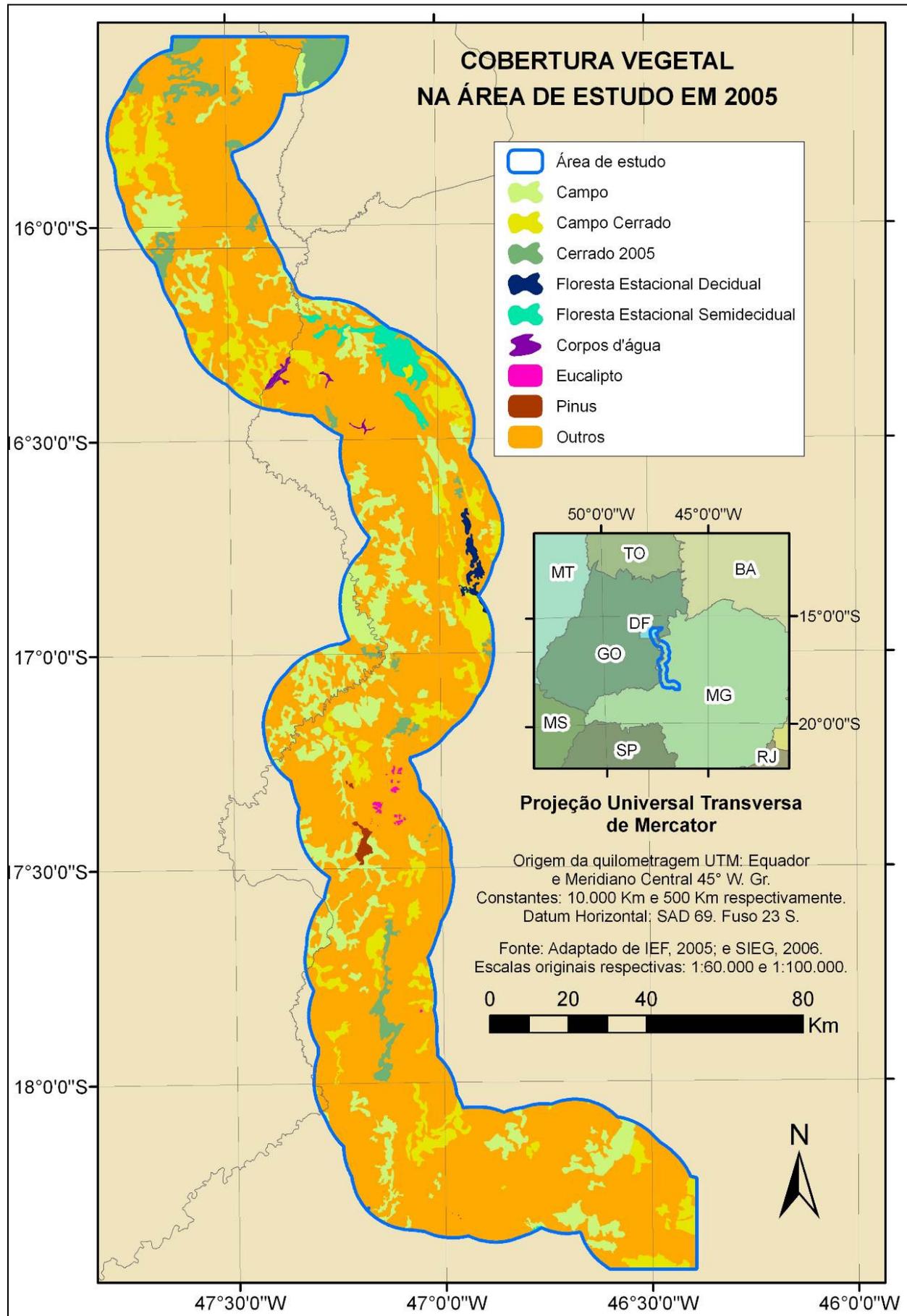


Figura 5 – Cobertura vegetal e espaço antropizado da área de estudo em 2005 (incluindo território do Estado de Goiás e Distrito Federal).

3.4. Comportamento Geral da Paisagem nos Períodos Analisados

Como se observa na Tab. 2, a cobertura vegetal nativa em sua totalidade sempre teve tendência de redução de sua área, nos períodos de 1964, 1989 e 2005, correspondendo a 84,07%, 67,46% e 22,90%, respectivamente. Resultando em uma paisagem drasticamente marcada por atividades antrópicas. Os dados (áreas e respectivos percentuais) das classes de declividade referentes à parcela mineira da área pesquisada são apresentados na Tab. 3.

No período de 1964 a 1989 houve expressivo aumento das áreas antropizadas (16,62%), ocupando áreas antes pertencentes predominantemente ao Cerrado, Campo, Campo Cerrado e, em menor escala, às Florestas “Estacional Semidecidual” e “Estacional Decidual”. Houve também o início das atividades de reflorestamento com plantios de *Pinus* na área.

Houve grande penetração das atividades antrópicas em relevos planos (11,9%) e em menor proporção em relevos ondulados e suave ondulados, representando 3,1% em cada um. Como já mencionado acima, houve decréscimo destas atividades em terrenos fortemente ondulados (-1,7%), principalmente nas áreas de regeneração de Campo Cerrado e de Floresta Estacional.

Entre 1989 a 2005 a expansão antrópica foi ainda mais significativa (44,55%), ocupando áreas antes pertencentes, de forma expressiva,

ao Campo Cerrado e ao Campo e, em menor escala, ao Cerrado. Os plantios de *Pinus* foram os únicos espaços antropizados que apresentaram, no período considerado, forte redução em sua área. A ocupação sobre a Floresta Estacional Decidual foi pouco expressiva (0,49%).

Observa-se que todas as classes de declividade apresentaram aumentos expressivos das atividades antrópicas, com destaque para os terrenos plano, suave ondulado e ondulado, equivalendo a 21%, 4,2% e 6,4%, respectivamente.

Nos períodos 1964 a 2005, os dados colocam de forma evidente a amplitude das pressões antrópicas sobre os remanescentes de vegetação natural, que foi expressiva nos períodos intermediários considerados.

As classes de vegetação mais significativamente ocupadas pelo espaço antropizado neste período foram - Cerrado, Campo e Campo Cerrado. A Floresta Estacional Decidual teve alguma perda, no entanto, de baixa expressão (0,22%) e a Floresta Estacional Semidecidual teve perda insignificante (0,02%).

Em 1964 a área antropizada era de 159.676,6 ha, passando para 778.403,2 ha em 2005, correspondendo a um aumento de 61,17% no período.

A variação do percentual de cobertura nativa entre os anos de 1964 a 1989 é menor do que a variação apresentada por esta cobertura entre 1989 a 2005. Uma das possibilidades para este comportamento está no fato de que, embora

o período de 16 anos entre 1989 e 2005 ser menor que o período de 25 anos entre 1964 a 1989, foi na década de 1990 que houve expressiva mecanização da agricultura, com ganhos de produtividade e ocupação de novas áreas, principalmente pelo substancial aumento da produção de grãos. A Fig. 6 evidencia a progressão do espaço antropizado sobre a cobertura nativa para os períodos analisados.

4. CONCLUSÕES

O estudo da distribuição espacial e temporal do uso do solo, particularmente da cobertura vegetal e do uso antrópico do espaço, aponta para o entendimento da dinâmica das transformações da paisagem na área em consideração. Os resultados do mapeamento são condizentes com a literatura auferida sobre a história de ocupação da região.

Em razão das inter-relações que se estabelecem entre os diversos elementos ambientais, além da tangível degradação e expressiva supressão da vegetação nativa, pode-se pressupor intensa degradação também do solo e dos recursos hídricos advinda da exploração antrópica da área. Quando substituída a cobertura vegetal nativa pela ocupação e usos antrópicos sem planejamento ou com um planejamento que prima pelo êxito econômico desconsiderando as dimensões sociais e ambientais da ação, além dos impactos diretos de perda de biodiversidade, principalmente da flora e de fragmentação

espacial, impedindo o trânsito gênico de uma população para outra, também os solos e os recursos hídricos são impactados, provocando conflitos e perdas econômicas por restrição dos recursos naturais.

Propõe-se, como diretiva da gestão territorial sustentável, que haja uma maior preocupação, tanto do poder público quanto dos produtores rurais, no que diz respeito ao aproveitamento ecológico-econômico das zonas de recarga de tal modo que o uso econômico permita ganhos sociais e, ao mesmo tempo, mantenha função conservacionista, tendo como objetivo favorecer o suprimento dos aquíferos.

A metodologia empregada mostrou ser eficaz para o monitoramento da cobertura vegetal no período de 41 anos (1964-2005). Em virtude da amplitude espacial das bases de ortofotos (1964), do inventário florestal do CETEC (1989), do inventário e mapeamento da fauna nativa do IEF/UFLA (2005) e da recente revisão desse último mapeamento para o ano de 2007, a metodologia proposta neste artigo pode ser aplicada para reconstituir o histórico de cobertura vegetal e uso do solo nas demais regiões de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Análise Sobre a Implantação de Sistemas de Barragens de Regularização em Afluentes do Rio São Francisco**. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco. Subprojeto 4.5C– Plano Decenal de Recursos Hídricos da

- Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - PBHSF (2004-2013).
- ANA/GEF/PNUMA/OEA. Brasília. Distrito Federal. 2003. 53 p.
- ALVARENGA, L. J. **Avaliação geológico-ambiental da compatibilidade da legislação atual à conservação do Cerrado**. Dissertação de Mestrado em Geologia. DEGEO-UFOP. Ouro Preto – MG. 2010.
- ANDRADE, L.M.G. **Uso Optimal do Território de Bacia Hidrográfica com fundamentos no conceito de Geociências Agrárias e Ambientais - Bacia do Ribeirão de Entre-Ribeiros no vale do Rio Paracatu**. Dissertação (Mestrado) - UFOP - Escola de Minas - Dep. de Geologia - Ouro Preto, 2007. 203 p.
- ASSAD, E. D., SANO, E. E., MOREIRA, L., VALENTE, B. C. **Caracterização ambiental dos projetos Entre Ribeiros II e III (PCPER II e III) e das reservas em condomínio dos PCPER I e II, Paracatu (MG)**. Brasília: Embrapa-CPAC / Campo. 1991. 21p.
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; MOREIRA, L.; VALENTE, B. C. **Caracterização de áreas nativas através do sensoriamento remoto e do sistema de informações geográficas; caso dos projetos de irrigação entre Ribeiros, Paracatu (MG)**. Embrapa - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF (Brasil). Planaltina, DF (Brasil). 1992. 23 p.
- CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **II Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro: Recursos Naturais**. Belo Horizonte. 1981.
- CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Mapeamento e Inventário da Cobertura Vegetal Nativa e de Florestas Plantadas no Estado de Minas Gerais**. Américo Salgado Monteiro, Maria Elizabeth Albino Zebral, Marília Augusta Ribeiro, João Álvaro Carneiro (coord.). Belo Horizonte: CETEC. Belo Horizonte-MG. 1989. 240p. Relatório final.
- DINO, K. J. **Relatórios Preliminares 2001 - A Bacia do Rio Paracatu, Minas Gerais, 2001**. Projeto Marca D'água. Núcleo de Pesquisas em Políticas Públicas, FINATEC, Asa Norte, Brasília DF - Junho, 2002. Disponível em <http://www.marcadagua.org.br/paracatu.pdf> em 15 de outubro de 2008. 47 p.
- GONÇALVES, M. T. A Formação da Economia das Plantações Florestais nos Vales do Rio Doce e do Aço de Minas Gerais (1940-2000): notas sobre história econômica e ambiental de uma região. **Anais do XII Seminário sobre a Economia Mineira [Proceedings of the 12th Seminar on the Economy of Minas Gerais]**. CEDEPLAR, UFMG, Belo Horizonte-MG. 2006. 19p.
- IEF - INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS; UFLA - UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Mapeamento e Inventário da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2006. 288p.
- LATUF, M. O. **Mudanças de Uso do Solo e Comportamento Hidrológico nas Bacias do Rio Preto e de Entre-Ribeiros**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Viçosa, 2007. 103 f.
- MARTINS JUNIOR, P. P. (coord.). **Projeto CRHA - Conservação de Recursos Hídricos no âmbito de Gestão Agrícola de Bacias Hidrográficas**. MCT/Finep/CT-Hydro 2002-2006. Belo Horizonte-MG. Relatório Final em 2006.
- MARTINS JUNIOR, P. P. (coord.). **Projeto GZRP - Gestão de Zonas de Recarga de Aquíferos Partilhadas entre as Bacias de Paracatu, São Marcos e Alto Paranaíba**. CETEC/FAPEMIG - 2007-2009. Belo Horizonte-MG. Relatório final em 2009.
- MOREIRA, M. C. **Gestão de Recursos**

Hídricos: Sistema Integrado para otimização da Outorga de Uso da Água. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Viçosa-MG, 2006. 94 p.

PRUSKI, F. F.; Rodriguez, R. G.; Novaes, L. F.; Silva, D. D.; Ramos, M. M.; Teixeira, A. F. Impacto das vazões demandadas pela irrigação e pelos abastecimentos animal e humano, na Bacia do Paracatu. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.2, p.199-210, 2007.

RURALMINAS. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu – Planpar.** Consórcio MAGNA / DAM / EYSER - Governo de Federal, Governo do Estado de Minas Gerais, Governo do Distrito Federal, Brasil, Fevereiro, 1996.

SILVA, L. L. O. Papel do Estado no Processo de Ocupação das Áreas de Cerrado entre as Décadas de 60 e 80. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geografia UFU. **Revista Caminhos da Geografia**. n. 1, v. 2, p. 24-36, dez. 2000.

UFV/FUNARBE. **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento do Projeto de Assentamento Nova Lagoa Rica.** Márcio Mota Santos (coord.). Viçosa-MG, 2004.

UFV/FUNARBE. **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento do Projeto de Assentamento Tiro e Queda.** José Ambrósio Ferreira Neto (coord.). Viçosa-MG, 2005a..

UFV/FUNARBE. **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento do Projeto de Assentamento Herbert de Souza.** Márcio Mota Santos e José Ambrósio Ferreira Neto (coord.). Viçosa-MG, 2005b.

UFV/FUNARBE. **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento do Projeto de Assentamento XV de Novembro.** José Ambrósio Ferreira Neto

(coord.). Viçosa-MG, 2005c.

UFV/FUNARBE. **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental e Projeto Final de Assentamento do Projeto de Assentamento Belo Vale.** José Ambrósio Ferreira Neto (coord.). Viçosa-MG, 2006.

VASCONCELOS, V. V. **Impactos e Custos Econômico-Ambientais da Agricultura Moderna:** estudo de caso da frente agrícola do noroeste de Minas Gerais. Monografia de Especialização em Solos e Meio Ambiente. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. 2009. 83 p.

VASCONCELOS, V. V. **Frentes agrícolas de irrigação e zoneamento ecológico-econômico:** estudo de caso da bacia de Entre-Ribeiros – Noroeste de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial. PUC-Minas. Belo Horizonte. 2010. 142p.

1-Engenheiro Florestal, Especialista em Economia. Pesquisador da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. alvaro.carneiro@cetec.br

2-Dr. Sc. T. Geólogo. Professor da Universidade Federal de Ouro Preto. Pesquisador da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. paulo.martins@cetec.br

3-Geógrafo, Especialista em Geoprocessamento. Analista de Geoprocessamento da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. leandro.cosme@gmail.com

4-Doutorando em Geologia, Mestre em Geografia, Especialista em Solos e Meio Ambiente, Bacharel em Filosofia, Técnico em Meio Ambiente, Técnico em Informática Industrial. Consultor Legislativo da Assembleia Legislativa de Minas Gerais. Doutorando pela Universidade Federal de Ouro Preto. vitor.vasconcelos@almg.gov.br

Tabela 2 - Comparação dos resultados das classes de cobertura vegetal e do espaço antropizado, nos períodos de 1964, 1989 e 2005.

Classes de cobertura vegetal/Espaço antropizado	Área em 1964		Variação entre 1964 e 1989		Área em 1989		Variação entre 1989 e 2005		Área em 2005		Variação entre 1964 e 2005	
	Hectare	% da área	Hectare	% da área	Hectare	% da área	Hectare	% da área	Hectare	% da área	Hectare	% da área
Campo (de Altitude, Limpo e Sujo)	311.950,2	30,84	-25.309,8	-2,50	286.640,4	28,34	-171.467,3	-16,95	115.173,0	11,39	-196.777,2	-19,45
Campo Cerrado	247.293,1	24,45	39.581,6	3,91	286.874,7	28,36	-204.964,9	-20,26	81.909,8	8,10	-165.383,3	-16,35
Cerrado	267.635,7	26,46	-175.306,3	-17,33	92.329,4	9,13	-78.870,0	-7,80	13.459,4	1,33	-254.176,3	-25,13
Floresta Estacional Decidual	7.115,1	0,70	-1.866,7	-0,18	5.248,4	0,52	-317,7	-0,03	4.930,7	0,49	-2.184,4	-0,22
Floresta Estacional Semidecidual	16.385,4	1,62	-5.190,8	-0,51	11.194,5	1,11	4.980,2	0,49	16.174,8	1,60	-210,6	-0,02
Corpos d'água	1.414,2	0,14	2,7	0,00	1.416,9	0,14	2,4	0,00	1.419,2	0,14	5,1	0,00
Pinus	0,0	0,00	16.436,1	1,62	16.436,1	1,62	-13.825,0	-1,37	2.611,1	0,26	2.611,1	0,26
Eucalipto	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	1.448,5	0,14	1.448,5	0,14	1.448,5	0,14
Outros (áreas cultivadas ou urbanas, pastagens e solo exposto)	159.676,6	15,79	151.653,1	14,99	311.329,7	30,78	463.013,9	45,78	774.343,6	76,56	614.667,0	60,77
Cobertura Nativa	850.379,5	84,07	168.092,0	16,62	682.287,4	67,46	450.639,7	44,55	231.647,7	22,90	618.726,7	61,17
Espaço Antropizado	159.676,6	15,79			327.765,9	32,40			778.403,2	76,96		
Total da área comparada	1.011.470,2	100,00	--	--	1.011.470,2	100,00	--	--	1.011.470,2	100,00	--	--

Tabela 3 - Distribuição da tipologia vegetal e de uso do solo por tipologia topográfica na parcela mineira da área de estudo.

Classes de Declividade		1964		Variação 1964 - 1989		1989		Variação 1989 - 2005		2005		Variação 1964 - 2005		
%	Tipologia topográfica	Hectare	% da área	Hectare	% da área	Hectare	% da área	Hectare	% da área	Hectare	% da área	Hectare	% da área	
Vegetação Nativa	0 a 3	Plano	474032,5	46,9	-113052,0	-11,2	360980,5	35,7	-240191,7	-23,7	120788,8	11,9	-353243,7	-34,9
	3 a 8	Suave Ondulado	60939,6	6,0	-29884,9	-3,0	31054,7	3,1	-25478,1	-2,5	5576,6	0,6	-55363,0	-5,5
	8 a 20	Ondulado	134089,8	13,3	-29824,9	-2,9	104264,9	10,3	-73537,7	-7,3	30727,2	3,0	-103362,6	-10,2
	20 a 45	Forte Ondulado	102728,7	10,2	1836,6	0,2	104565,3	10,3	-61560,9	-6,1	43004,4	4,3	-59724,3	-5,9
	45 a 75	Montanhoso	45841,9	4,5	1777,5	0,2	47619,4	4,7	-28339,8	-2,8	19279,6	1,9	-26562,3	-2,6
	> 75	Escarpado	32747,1	3,2	1055,6	0,1	33802,7	3,3	-21531,7	-2,1	12271,0	1,2	-20476,1	-2,0
Ocupação	0 a 3	Plano	92796,7	9,2	120083,0	11,9	212879,7	21,0	230537,5	22,8	443417,2	43,8	350620,5	34,7
	3 a 8	Suave Ondulado	10669,7	1,1	31314,7	3,1	41984,4	4,2	23459,7	2,3	65444,1	6,5	54774,4	5,4
	8 a 20	Ondulado	33813,6	3,3	31424,5	3,1	65238,1	6,4	70581,7	7,0	135819,8	13,4	102006,2	10,1
	20 a 45	Forte Ondulado	18742,4	1,9	-17381,4	-1,7	1361,0	0,1	76518,2	7,6	77879,2	7,7	59136,8	5,8
	45 a 75	Montanhoso	0,0	0,0	3914,7	0,4	3914,7	0,4	28716,9	2,8	32631,6	3,2	32631,6	3,2
	> 75	Escarpado	3654,2	0,4	-1266,2	-0,1	2388,0	0,2	20823,3	2,1	23211,3	2,3	19557,1	1,9